

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-299228

(P2002-299228A)

(43) 公開日 平成14年10月11日 (2002. 10. 11)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 1/14	G 2 H 0 9 5
G 0 3 F 1/14		7/20	5 0 3 2 H 0 9 7
7/20	5 0 3	H 0 1 L 21/30	5 3 1 M 5 F 0 4 6
			5 0 2 P

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 7 頁)

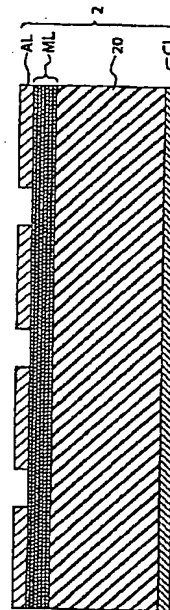
(21) 出願番号	特願2001-104438 (P2001-104438)	(71) 出願人	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(22) 出願日	平成13年4月3日 (2001. 4. 3)	(72) 発明者	太田 和哉 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号株式 会社ニコン内
		(74) 代理人	100100413 弁理士 渡部 温 (外1名)
		Fターム (参考)	2H095 BA10 BC16 BC24 BC27 2H097 AA02 AB09 CA15 GB01 JA02 5F046 AA25 CC09 GA12 GD10

(54) 【発明の名称】 レチクル、それを用いた露光装置及び露光方法

(57) 【要約】

【課題】 基板にガラスを用いても静電チャックを行い得るレチクル及びそれを用いた露光装置を提供する。

【解決手段】 本発明に係るレチクルは、EUV露光装置に用いるレチクル2であって、低膨張ガラス基板20と、このガラス基板20の上面に形成された、EUV光を反射するための多層膜MLと、この多層膜上に形成された、露光パターンを有する吸収層ALと、低膨張ガラス基板の下面に形成された導電性の膜CLと、を具備するものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 EUV露光装置に用いるレチクルであって、  
ガラス基板と、  
このガラス基板の上面に形成された、EUV光を反射するための多層膜と、  
この多層膜上に形成された、露光ボタンを有するバタニング層と、  
ガラス基板の下面に形成された導電性の膜と、  
を具備することを特徴とするレチクル。

【請求項2】 前記ガラス基板は、 $100 \times 10^{-3} / K$ 以下の線膨張係数を有する低膨張ガラス材からなる基板であることを特徴とする請求項1に記載のレチクル。

【請求項3】 前記導電性の膜は、前記多層膜が有する内部応力を相殺するように制御された応力の符号と膜厚を備えていることを特徴とする請求項1又は2に記載のレチクル。

【請求項4】 前記導電性の膜は、前記多層膜が有する内部応力と前記バタニング層が有する平均内部応力との和を相殺するように制御された応力の符号と膜厚を備えていることを特徴とする請求項1又は2に記載のレチクル。

【請求項5】 EUV光をレチクルに導く照明系と、レチクルからのEUV光を感光性基板に導く投影光学系とを有し、レチクルのボタンを感光性基板へ転写する露光装置において、  
前記レチクルをステージに固定する静電チャック機構を有し、  
前記レチクルは、ガラス基板と、このガラス基板の上面に形成された、EUV光を反射するための多層膜と、この多層膜上に形成された、露光ボタンを有するバタニング層と、ガラス基板の下面に形成された導電性の膜と、を具備することを特徴とする露光装置。

【請求項6】 前記静電チャック機構は、レチクルステージに設けられた、接地電位を印加されたホルダーと、前記導電性の膜に所定の電圧を印加する針状部材と、を具備することを特徴とする請求項5に記載の露光装置。

【請求項7】 前記レチクルステージに取り付けられた落下防止機構であって、前記静電チャック機構によりレチクルを下向きに該レチクルステージに固定した際に該レチクルの落下を防止する機構をさらに含むことを特徴とする請求項6に記載の露光装置。

【請求項8】 前記導電性の膜は、前記多層膜が有する内部応力を相殺するように制御された応力の符号と膜厚を備えていることを特徴とする請求項5～7のうちいずれか1項記載の露光装置。

【請求項9】 前記導電性の膜は、前記多層膜が有する内部応力と前記バタニング層が有する平均内部応力との和を相殺するように制御された応力の符号と膜厚を備えていることを特徴とする請求項5～7のうちいずれか1

## 項記載の露光装置。

【請求項10】 静電チャック機構を用いてレチクルをステージに固定し、このレチクルにEUV光を照明系によって導き、レチクルからのEUV光を投影光学系によって感光性基板に導くことにより、レチクルのボタンを感光性基板へ転写する露光方法であって、

前記レチクルは、ガラス基板と、このガラス基板の上面に形成された、EUV光を反射するための多層膜と、この多層膜上に形成された、露光ボタンを有するバタニング層と、ガラス基板の下面に形成された導電性の膜と、を具備することを特徴とする露光方法。

【請求項11】 前記静電チャック機構は、前記ステージに設けられたホルダーと、所定の電圧を印加する針状部材と、を有し、前記ホルダーに前記導電性の膜を接触させて接地電位を供給し、前記導電性の膜に前記針状部材を接触させて所定の電圧を印加することにより、レチクルをステージに静電チャックにより固定することを特徴とする請求項10に記載の露光方法。

【請求項12】 前記導電性の膜は、前記多層膜が有する内部応力を相殺するように制御された応力の符号と膜厚を備えていることを特徴とする請求項10又は11に記載の露光方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板にガラスを用いても静電チャックを行うことができ、内部応力を有する多層膜を用いても歪みを抑制できるレチクル、それを用いた露光装置及び露光方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、半導体集積回路の微細化に伴い、光の回折限界によって制限される光学系の解像力を向上させるために、従来の紫外線に代えてこれより波長の短いX線を使用した投影リングラフイー技術が開発されている。これに用いるEUV露光機では、EUV光（一般に波長5～20nm、具体的には13nmや11nmの波長が用いられる）が使用される。

【0003】EUV露光機に用いるレチクルとしては、当初シリコンウェハが提案されていた。しかしながら、レチクルに照射される露光光のエネルギーによってレチクルが発熱して膨張するおそれがある。それにより、オーバレイ精度を悪化させることになるので、70nm、50nmノードのリソグラフィには不十分であることが指摘されている。このような事情から、その対応策としては、レチクル材にショット社製のゼロデュア、コーニング社製のULEと呼ばれる低膨張ガラスを用いる提案がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、ガラスは非導電物質であるため、レチクル材に低膨張ガラスを用い、そのレチクルをレチクルステージに固定する場合、

その固定方法として静電チャックを用いることができない。一方、EUV光は、たとえHe中であっても、気体中で著しく減衰するため、EUV露光機そのものを真空環境にする必要がある。つまり、レチクルを真空環境に置く必要がある。そのため、従来の光ステッパのようにレチクルを真空吸着により固定することはできない。従って、レチクルの固定方法としては、メカチャックと併用することもあるが、静電チャックは必須となる。

【0005】また、EUV用レチクルにおいては、ガラス基板上にEUV光を反射するための多層膜を形成し、その多層膜上にEUV光を吸収する吸収層を形成し、その吸収層をバタニングすることによりレチクルボタンが形成されるのが一般的である。これらの多層膜及び吸収層は内部応力を有するので、レチクルを歪ませることがある。レチクルの歪みが大きくなると、露光エリアが投影光学系のDOF（焦点深度）から外れてしまう。また、外れるほどのレチクルの歪みではなくても、レチクル面が反ると、EUV光学系がレチクル側非テレセントリックになっているため、ウェハ上でボタン位置シフトが生じ、これがオーバーレイ誤差となる。さらに、有限の厚みを持つ板材であるガラス基板が反ると、レチクル面に直交する方向の歪み（OPD；アウト プレーン ディストーション）以外に、レチクル面内の横ずれとなって現れる歪み（IDP；イン プレーン、ディストーション）が生じる。これが、レチクルに描画された回路ボタンを横ずれさせてオーバーレイ誤差となる。

【0006】本発明は上記のような事情を考慮してなされたものであり、その目的は、基板にガラスを用いても静電チャックを行い得るレチクル、それを用いた露光装置及び露光方法を提供することにある。また、本発明の他の目的は、内部応力を有する多層膜を用いても歪みを抑制できるレチクル、それを用いた露光装置及び露光方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明に係るレチクルは、EUV露光装置に用いるレチクルであって、ガラス基板と、このガラス基板の上面に形成された、EUV光を反射するための多層膜と、この多層膜上に形成された、露光ボタンを有するバタニング層と、ガラス基板の下面に形成された導電性の膜と、を具備することを特徴とする。

【0008】上記レチクルによれば、非導電物質であるガラスを基板として用いても、ガラス基板の下面に導電性の膜を形成することにより、レチクルを静電チャックによりステージに固定することができる。

【0009】また、本発明に係るレチクルにおいて、前記ガラス基板は、 $100 \times 10^{-6} / \text{K}$ 以下の線膨張係数を有する低膨張ガラス材からなる基板であることが好ましい。

【0010】また、本発明に係るレチクルにおいて、前

記導電性の膜は、前記多層膜が有する内部応力を相殺するように制御された応力の符号と膜厚を備えていることも可能である。これにより、内部応力を有する多層膜を用いてもレチクルの歪みを抑制することができる。

【0011】また、本発明に係るレチクルにおいて、前記導電性の膜は、前記多層膜が有する内部応力と前記バタニング層が有する平均内部応力との和を相殺するように制御された応力の符号と膜厚を備えていることも可能である。これにより、内部応力を有する多層膜を用いてもレチクルの歪みを抑制することができる。

【0012】本発明に係る露光装置は、EUV光をレチクルに導く照明系と、レチクルからのEUV光を感光性基板に導く投影光学系とを有し、レチクルのボタンを感光性基板へ転写する露光装置において、前記レチクルをステージに固定する静電チャック機構を有し、前記レチクルは、ガラス基板と、このガラス基板の上面に形成された、EUV光を反射するための多層膜と、この多層膜上に形成された、露光ボタンを有するバタニング層と、ガラス基板の下面に形成された導電性の膜と、を具備することを特徴とする。

【0013】上記露光装置によれば、レチクルにおいて非導電物質であるガラスを基板として用いても、ガラス基板の下面に導電性の膜を形成することにより、レチクルを静電チャックによりステージに固定することができる。

【0014】また、本発明に係る露光装置において、前記静電チャック機構は、レチクルステージに設けられた、接地電位を印加されたホルダーと、前記導電性の膜に所定の電圧を印加する針状部材と、を具備することが好ましい。

【0015】また、本発明に係る露光装置においては、前記レチクルステージに取り付けられた落下防止機構であって、前記静電チャック機構によりレチクルを下向きに該レチクルステージに固定した際に該レチクルの落下を防止する機構をさらに含むことが好ましい。

【0016】また、本発明に係る露光装置において、前記導電性の膜は、前記多層膜が有する内部応力を相殺するように制御された応力の符号と膜厚を備えていることも可能である。これにより、内部応力を有する多層膜を用いてもレチクルの歪みを抑制することができる。

【0017】また、本発明に係る露光装置において、前記導電性の膜は、前記多層膜が有する内部応力と前記バタニング層が有する平均内部応力との和を相殺するように制御された応力の符号と膜厚を備えていることも可能である。これにより、内部応力を有する多層膜及び吸収層を用いてもレチクルの歪みを抑制することができる。

【0018】本発明に係る露光方法は、静電チャック機構を用いてレチクルをステージに固定し、このレチクルにEUV光を照明系によって導き、レチクルからのEUV光を投影光学系によって感光性基板に導くことによ

り、レチクルのパターンを感光性基板へ転写する露光方法であって、前記レチクルは、ガラス基板と、このガラス基板の上面に形成された、EUV光を反射するための多層膜と、この多層膜上に形成された、露光パターンを有するパタニング層と、ガラス基板の下面に形成された導電性の膜と、を具備することを特徴とする。

【0019】また、本発明に係る露光方法において、前記静電チャック機構は、前記ステージに設けられたホルダーと、所定の電圧を印加する針状部材と、を有し、前記ホルダーに前記導電性の膜を接触させて接地電位を供給し、前記導電性の膜に前記針状部材を接触させて所定の電圧を印加することにより、レチクルをステージに静電チャックにより固定することが可能となる。

【0020】また、本発明に係る露光方法においては、前記導電性の膜は、前記多層膜が有する内部応力を相殺するように制御された応力の符号と膜厚を備えていることも可能である。これにより、内部応力を有する多層膜を用いてもレチクルの歪みを抑制することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明の実施の形態によるレチクルを示す断面図である。このレチクル2はEUV露光装置に用いるものである。

【0022】図1に示すように、低膨張ガラス基板20の上面にはEUV光反射用多層膜MLが形成されており、この多層膜ML上にはパタニング層（例えば、吸収層AL）が形成されている。この吸収層ALはパタニングされており、吸収層ALの有無によって回路パターンが描かれている。低膨張ガラス基板20の下面（上面とは反対側の面、即ちチャック面）には導電性の膜（導電膜）CLが形成されている。この導電膜CLにより低膨張ガラス基板を用いたレチクル2でも静電チャックが可能となる。多層膜ML、吸収層AL及び導電膜CLはスパッタリングにより成膜される。

【0023】ここで、導電膜CLに用いる具体的な材料の選択範囲は広く、金属一般、例えばCr、Ni、Ta、その他の金属、合金、半導体などを用いることが可能である。

【0024】EUV光反射用多層膜MLの具体例としては、使用するEUV光の波長によって異なるが、例えば13nmから14nm付近の波長であれば、Mo（モリブデン）とSi（シリコン）を、波長の約半分の周期で交互に40ないし50ペア積層させた多層膜を用いることが好ましい。このような多層膜を用いれば70%前後の垂直反射率が得られる。

【0025】多層膜MLの成膜を常温でスパッタリングにより行っても、その多層膜MLには結果として数百MPa（メガ・パスカル）の圧縮応力が生じることが知られている。そこで、低膨張ガラス基板20の変形を抑制するために、低膨張ガラス基板20の下面に形成した導

電膜CLを、多層膜MLが有する圧縮応力を相殺するように制御された応力の符号と膜厚を備えた膜とする。

【0026】つまり、導電膜CLを前記圧縮応力と同様の圧縮応力を有する膜とする。ここで、内部応力には圧縮応力と引っ張り応力があり、内部応力は膜の単位厚さ当たりの力で表される。例えば、Mo/Si多層膜と同じ数百MPaの応力を有する導電膜を低膨張ガラス基板の下面に形成するならば、その導電膜の厚さをMo/Si多層膜と同じにする。これにより、低膨張ガラス基板の上面と下面の内部応力が釣り合うため、低膨張ガラス基板20の変形を抑制することができる。また、他の例としては、Mo/Si多層膜の内部応力の2倍の内部応力を有する導電膜を低膨張ガラス基板の下面に形成するならば、その導電膜の厚さを多層膜の半分にする。これにより、低膨張ガラス基板20の変形を抑制することができる。

【0027】パタニングすることによって形成される吸収層ALの場合は、吸収層ALの持つ内部応力が部分的に開放されるが、基板内に応力分布が発生する可能性もあるので、吸収層ALの内部応力は可能な限りゼロに近づけるのが望ましい。それでも内部応力がゼロにならない場合は、パタニング後の平均内部応力を予め計算しておき、その平均内部応力と多層膜MLの持つ内部応力とを合わせた応力を、導電膜CLでキャンセルするように導電膜CLの応力の符号と膜厚を制御する。

【0028】つまり、低膨張ガラス基板20の上面に形成した吸収層ALと多層膜MLの合成応力を低膨張ガラス基板20の下面に形成した導電膜CLでキャンセルするためには、内部応力の大きさと応力の符号（即ち圧縮応力なのか引っ張り応力なのか）を合わせ且つ導電膜CLの膜厚をコントロールすればよい。

【0029】ここで、応力の大きさ及び応力の符号をコントロールする具体的な方法としては、導電膜の材質の選択、導電膜の成膜方法及び成膜条件の調整などが挙げられる。導電膜はその材質によって内部応力の大きさ及び応力の符号が異なることから、導電膜の材質を選択することにより種々の内部応力の大きさ及び応力の符号を実現できる。また、導電膜はその成膜方法及び成膜条件によって内部応力が異なることから、成膜方法及び成膜条件を調整することにより種々の内部応力の大きさ及び応力の符号を実現できる。成膜方法としては、例えばスパッタリング、EB蒸着などが挙げられる。なお、多層膜や吸収層の厚さは、EUV光に対する光学的性能を満足するために、あまり大きな自由度で変えることができないが、導電膜の厚さの自由度は大きい。

【0030】低膨張ガラス基板20は、その線膨張係数が非常に小さく、例えば $10 \times 10^{-6} / K$ 以下であることが好ましい。レチクル2の温度が1K上昇した場合、レチクルの膨張は100mmのフィールドの端と端で1nmであり、レチクルパターンがウェハ（感光性基

7  
板)に4:1で転写されるならば、ウェハ上では0.25nmである。この程度であれば、70nmノード、50nmノードはもちろん、30nmノードにおいても、オーバーレイ誤差を悪化させるには至らない。ちなみに、各ノードで求められるオーバーレイは、例えば、線幅の1/3で30nmノードであれば、10nmになる。10nmのうち、上記0.25nmの占める割合は無視できるほど小さいものである。

【0031】低膨張ガラス基板20の線膨張係数が $10 \times 10^{-6}/K$ 以下ならば、レチクル2の温度が10°C  
10 上昇したとしても、レチクルの膨張は100mmのフィールドの端と端で10nmであり、レチクルパターンがウェハに4:1で転写されるならば、ウェハ上では2.5nmの伸びにしかならない。±1.25nmであるから、30nmノードでも決して許されない数字ではない。逆に、温度が1°Cしか上がらないことが分かっているならば、線膨張係数が $100 \times 10^{-6}/K$ であっても許される可能性がある。レチクルの温度が何度上昇するかは、レチクルに投入されるEUV光のエネルギーと冷却機構の効率による。真空中なので、レチクルを冷却する  
20 方法としては、熱の伝導による場合にはレチクルを裏面から冷やす方法が挙げられ、熱の放射による場合にはレチクルの表面と対向する位置に冷体を配置する方法が挙げられる。

【0032】また、上記レチクル2においては、多層膜MLと吸収層ALとの間に、パターン修正時の保護を目的としたバッファ層、エッチングを停止するためのエッチングストップ層が入れられる場合がある。この場合は、  
30 バッファ層やエッチングストップ層の内部応力を多層膜のそれと合わせて考慮することが望ましい。バッファ層やエッチングストップ層は、吸収層をパタニングする際に、吸収層をエッチングして取り除いた後、同様に取り除かれ、吸収層が残った部分はやはりそのまま残るものである。

【0033】図2は、図1に示すレチクルを利用できるEUV露光装置の概略を示す構成図である。図3は、図2に示すレチクル及びレチクルステージを拡大した構成断面図である。

【0034】図2に示すように、EUV露光装置は光源を含む照明系1Lを備えている。照明系1Lから放射されたEUV光(一般に波長5~20nmが用いられ、  
40 具体的には13nmや11nmの波長が用いられる)は、折り返しミラー1によってレチクル2に照射される。レチクル2はレチクルステージ3に保持されている。レチクルステージ3は、走査方向(Y軸)に100mm以上のストロークを持ち、レチクル面内の走査方向と直交する方向(X軸)に微小ストロークを持ち、光軸方向(Z軸)にも微小ストロークを持っている。XY方向の位置は図示せぬレーザ干渉計によって高精度にモニタされ、Z方向はレチクルフォーカス送光系4とレチクルフォー

カス受光系5からなるレチクルフォーカスセンサによってモニタされている。

【0035】レチクル2によって反射されたEUV光は、レチクルに描かれた回路パタンの情報を含んでいる。レチクル2にはEUV光を反射する多層膜(例えばMo/SiやMo/Be)が形成されており、この多層膜の上に吸収層(例えばNiやAl)の有無でパタニングされている。EUV光は、鏡筒14内に入射され、第一ミラー6によって反射され、順次第二ミラー7、第三ミラー8、第四ミラー9と反射されて最終的にはウェハ10に対して垂直に入射する。投影系の縮小倍率は例えば1/4や1/5である。この図では、ミラーは4枚であるが、N.A.をより大きくするためには、ミラーを6枚あるいは8枚にすると効果的である。鏡筒14の近傍にはオフアキシス顕微鏡が配置されている。

【0036】ウェハ10はウェハステージ11上に載せられている。ウェハステージ11は光軸と直交する面内(XY平面)を自由に移動することができ、ストロークは例えば300~400mmである。光軸方向(Z軸)にも微小ストロークの上下が可能で、Z方向の位置はウェハオートフォーカス送光系12とウェハオートフォーカス受光系13から構成されたウェハフォーカスセンサによってモニタされている。XY方向の位置は図示せぬレーザ干渉計によって高精度にモニタされている。露光動作において、レチクルステージ3とウェハステージ11は、投影系の縮小倍率と同じ速度比、すなわち4:1  
あるいは5:1で同期走査する。

【0037】次に、レチクル2をレチクルステージ2に静電チャックする具体的方法について説明する。図3に示すように、レチクルステージ3の下にはホルダー21が配置されており、このホルダー21には接地電位(GND)が供給されるようになっている。

【0038】レチクルステージ3の下面におけるホルダー21の外側には針22a、22bが配置されている。針22a、22bの基端は図示せぬバネを介してレチクルステージ3に取り付けられている。レチクルステージ3の下面における針の外側には、レチクル2の落下を防止する落下防止部材23が取り付けられている。落下防止部材23は、その断面がL字形形状からなり、レチクル2が落下しようとする際に、該レチクル2を受け止める役割を有している。

【0039】上述したようなレチクルステージ3にレチクル2を静電チャックする場合、まず、ホルダー21にレチクル2の導電膜(図1に示すCL)を接触させると共に針22a、22bの先端を該導電膜に接触させる。次に、ホルダー21に接地電位を印加すると共に針22a、22bに所定の電圧を印加する。この際、針は導電膜から離れないような方向にバネの力が働いている。このようにしてレチクル2は静電チャックによりレチクルステージ2に固定される。

【0040】上記実施の形態によれば、レチクル2において非導電物質である低膨張ガラスを基板として用いても、低膨張ガラス基板20の下面に導電膜CLを形成することにより、レチクル2を静電チャックによりレチクルステージ3に固定することができる。

【0041】また、上記実施の形態では、前述したように低膨張ガラス基板20の下面に形成した導電膜CLを、多層膜MLが有する圧縮応力を相殺するように制御された応力の符号と膜厚を備えた膜としている。このため、内部応力を有する多層膜を用いてもレチクルの歪みを抑制することができる。これにより、露光エリアが投影光学系のDOF（焦点深度）から外れてしまうことを防止できる。また、ウェハ上でのパターン位置シフトの発生を抑制し、オーバーレイ誤差を防止できる。さらに、レチクル面に直交する方向の歪み（OPD；アウトプレーンディストーション）、レチクル面内の横ずれとなって現れる歪み（IDP；インプレーンディストーション）の発生を抑制し、オーバーレイ誤差を防止できる。

【0042】尚、本発明は上記実施の形態に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することが可能である。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、ガラス基板の下面に導電性の膜を形成することにより、基板にガラスを用いても静電チャックを行い得るレチクル、それを用いた露光装置及び露光方法を提供することができる。

【0044】また、本発明によれば、前記導電性の膜 \*

\*は、多層膜が有する内部応力を相殺するように制御された応力の符号と膜厚を備えている。したがって、内部応力を有する多層膜を用いても歪みを抑制できるレチクル、それを用いた露光装置及び露光方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態によるレチクルを示す断面図である。

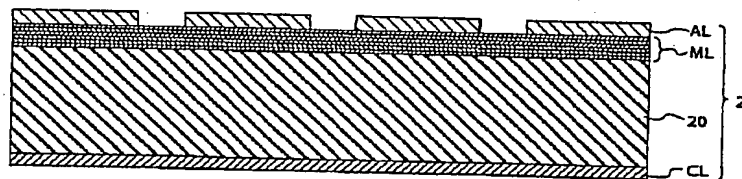
【図2】図1に示すレチクルを利用できるEUV露光装置の概略を示す構成図である。

【図3】図2に示すレチクル及びレチクルステージを拡大した構成断面図である。

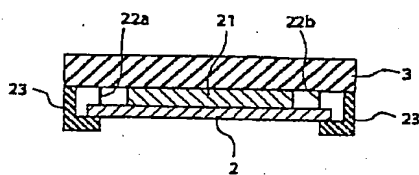
【符号の説明】

AL…吸収層	ML…多層膜
CL…導電性の膜	1L…照明系
1…折り返しミラー	2…レチクル
3…レチクルステージ	4, 5…レチクルフォーカスセンサ
6…第一ミラー	7…第二ミラー
8…第三ミラー	9…第四ミラー
10…ウェハ	11…ウェハステージ
12, 13…ウェハフォーカスセンサ	
14…鏡筒	15…オフアキシス顕微鏡
20…低膨張ガラス基板	21…ホルダー
22a, 22b…針	23…落下防止部材

【図1】



【図3】



A schematic diagram of a projection system. A large rectangular area on the left is labeled 'IL'. A line connects it to a point labeled '5' on a horizontal surface. From '5', a line goes down to a point labeled '1' on a vertical surface. From '1', a line goes down to a point labeled '7' on a horizontal surface. From '7', a line goes down to a point labeled '9' on a horizontal surface. From '9', a line goes down to a point labeled '8' on a horizontal surface. From '8', a line goes down to a point labeled '6' on a horizontal surface. From '6', a line goes down to a point labeled '10' on a horizontal surface. From '10', a line goes down to a point labeled '11' on a horizontal surface. A double-headed arrow is below '11'. A line labeled '12' goes from '11' to a point labeled '15' on a horizontal surface. A line labeled '13' goes from '11' to a point labeled '14' on a horizontal surface. A line labeled '15' goes from '15' to a point labeled '16' on a horizontal surface. A line labeled '17' goes from '16' to a point labeled '18' on a horizontal surface. A line labeled '19' goes from '18' to a point labeled '20' on a horizontal surface. A line labeled '21' goes from '20' to a point labeled '22' on a horizontal surface. A line labeled '23' goes from '22' to a point labeled '24' on a horizontal surface. A line labeled '25' goes from '24' to a point labeled '26' on a horizontal surface. A line labeled '27' goes from '26' to a point labeled '28' on a horizontal surface. A line labeled '29' goes from '28' to a point labeled '30' on a horizontal surface. A line labeled '31' goes from '30' to a point labeled '32' on a horizontal surface. A line labeled '33' goes from '32' to a point labeled '34' on a horizontal surface. A line labeled '35' goes from '34' to a point labeled '36' on a horizontal surface. A line labeled '37' goes from '36' to a point labeled '38' on a horizontal surface. A line labeled '39' goes from '38' to a point labeled '40' on a horizontal surface. A line labeled '41' goes from '40' to a point labeled '42' on a horizontal surface. A line labeled '43' goes from '42' to a point labeled '44' on a horizontal surface. A line labeled '45' goes from '44' to a point labeled '46' on a horizontal surface. A line labeled '47' goes from '46' to a point labeled '48' on a horizontal surface. A line labeled '49' goes from '48' to a point labeled '50' on a horizontal surface. A line labeled '51' goes from '50' to a point labeled '52' on a horizontal surface. A line labeled '53' goes from '52' to a point labeled '54' on a horizontal surface. A line labeled '55' goes from '54' to a point labeled '56' on a horizontal surface. A line labeled '57' goes from '56' to a point labeled '58' on a horizontal surface. A line labeled '59' goes from '58' to a point labeled '60' on a horizontal surface. A line labeled '61' goes from '60' to a point labeled '62' on a horizontal surface. A line labeled '63' goes from '62' to a point labeled '64' on a horizontal surface. A line labeled '65' goes from '64' to a point labeled '66' on a horizontal surface. A line labeled '67' goes from '66' to a point labeled '68' on a horizontal surface. A line labeled '69' goes from '68' to a point labeled '70' on a horizontal surface. A line labeled '71' goes from '70' to a point labeled '72' on a horizontal surface. A line labeled '73' goes from '72' to a point labeled '74' on a horizontal surface. A line labeled '75' goes from '74' to a point labeled '76' on a horizontal surface. A line labeled '77' goes from '76' to a point labeled '78' on a horizontal surface. A line labeled '79' goes from '78' to a point labeled '80' on a horizontal surface. A line labeled '81' goes from '80' to a point labeled '82' on a horizontal surface. A line labeled '83' goes from '82' to a point labeled '84' on a horizontal surface. A line labeled '85' goes from '84' to a point labeled '86' on a horizontal surface. A line labeled '87' goes from '86' to a point labeled '88' on a horizontal surface. A line labeled '89' goes from '88' to a point labeled '90' on a horizontal surface. A line labeled '91' goes from '90' to a point labeled '92' on a horizontal surface. A line labeled '93' goes from '92' to a point labeled '94' on a horizontal surface. A line labeled '95' goes from '94' to a point labeled '96' on a horizontal surface. A line labeled '97' goes from '96' to a point labeled '98' on a horizontal surface. A line labeled '99' goes from '98' to a point labeled '100' on a horizontal surface.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Even if this invention uses glass for a substrate, it can perform an electrostatic chuck, and even if the multilayers which have internal stress are used for it, it relates to the reticle which can control distortion, the aligner using it, and the exposure approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to raise the resolution of the optical system restricted by the diffraction limitation of light with detailed-izing of a semiconductor integrated circuit in recent years, the projection lithography technique which was replaced with the conventional ultraviolet rays and used the X-ray with more short wavelength is developed. In the EUV exposure machine used for this, EUV light (generally the wavelength of 13nm or 11nm is specifically used the wavelength of 5-20nm) is used.

[0003] The silicon wafer was proposed as a reticle used for an EUV exposure machine at the beginning. However, there is a possibility that a reticle may generate heat and expand with the exposure luminous energy irradiated by the reticle. Thereby, since overlay precision is made to get worse, it is pointed out that it is inadequate for the lithography of 70nm and 50nm node. From such a situation, there is a proposal using the low thermal expansion glass called zero DEYUA by the shot company and ULE by Corning, Inc. to reticle material as the countermeasure.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since glass is non-conductive material, when low thermal expansion glass is used for reticle material and it fixes the reticle to a reticle stage, it cannot use an electrostatic chuck as the fixed approach. On the other hand, even if EUV light is among helium, in order to decrease it remarkably in a gas, it needs to make the EUV exposure machine itself a vacuum environment. That is, it is necessary to put a reticle on a vacuum environment. Therefore, a reticle is unfixable like the conventional optical stepper with vacuum adsorption. Therefore, as the fixed approach of a reticle, although it may use together with MEKACHAKKU, an electrostatic chuck becomes indispensable.

[0005] Moreover, in the reticle for EUV, it is common that form the multilayers for reflecting EUV light on a glass substrate, form the absorption layer which absorbs EUV light on the multilayers, and a reticle pattern is formed by carrying out patterning of the absorption layer. Since these multilayers and an absorption layer have internal stress, a reticle may be made distorted. If distortion of a reticle becomes large, exposure area will separate from DOF (depth of focus) of projection optics. Moreover, since EUV optical system is a reticle side non-calling cent rucksack if a reticle side curves even if it is not distortion of a reticle to the extent that it separates, a pattern location shift arises on a wafer and this serves as an overlay error. Furthermore, if the glass substrate which is a plate with the thickness of finite curves, distortion (IDP; the Inn plane, distortion) which serves as a strike slip within a reticle side, and appears in addition to the distortion of the direction which intersects perpendicularly with a reticle side (OPD; out plane distortion) will arise. This carries out the strike slip of the



circuit pattern drawn by the reticle, and serves as an overlay error.

[0006] This invention is made in consideration of the above situations, and even if the purpose uses glass for a substrate, it is to offer the reticle which can perform an electrostatic chuck, the aligner using it, and the exposure approach. Moreover, even if the multilayers which have internal stress are used for other purposes of this invention, they are to offer the reticle which can control distortion, the aligner using it, and the exposure approach.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The reticle which starts this invention in order to solve the above-mentioned technical problem is a reticle used for an EUV aligner, and is characterized by providing a glass substrate, the multilayers for reflecting EUV light formed in the top face of this glass substrate, the patterning layer which was formed on these multilayers and which has an exposure pattern, and the conductive film formed in the inferior surface of tongue of a glass substrate.

[0008] According to the above-mentioned reticle, even if it uses as a substrate the glass which is non-conductive material, a reticle is fixable to a stage with an electrostatic chuck by forming the conductive film in the inferior surface of tongue of a glass substrate.

[0009] Moreover, as for said glass substrate, in the reticle concerning this invention, it is desirable that it is the substrate which consists of low-thermal-expansion-glass material which has the coefficient of linear expansion below  $100 \times 10^{-9}/K$ .

[0010] Moreover, in the reticle concerning this invention, said conductive film can also have the sign and thickness of the stress controlled to offset the internal stress which said multilayers have. Even if this uses the multilayers which have internal stress, distortion of a reticle can be controlled.

[0011] Moreover, in the reticle concerning this invention, said conductive film can also have the sign and thickness of the stress controlled to offset the sum of the internal stress which said multilayers have, and the average internal stress which said patterning layer has. Even if this uses the multilayers which have internal stress, distortion of a reticle can be controlled.

[0012] In the aligner which the aligner concerning this invention has the illumination system which leads EUV light to a reticle, and the projection optics which leads the EUV light from a reticle to a photosensitive substrate, and imprints the pattern of a reticle to a photosensitive substrate It has the electrostatic chuck device which fixes said reticle to a stage. Said reticle It is characterized by providing a glass substrate, the multilayers for reflecting EUV light formed in the top face of this glass substrate, the patterning layer which was formed on these multilayers and which has an exposure pattern, and the conductive film formed in the inferior surface of tongue of a glass substrate.

[0013] According to the above-mentioned aligner, even if it uses as a substrate the glass which is non-conductive material in a reticle, a reticle is fixable to a stage with an electrostatic chuck by forming the conductive film in the inferior surface of tongue of a glass substrate.

[0014] Moreover, as for said electrostatic chuck device, in the aligner concerning this invention, it is desirable to provide the electrode holder to which the touch-down potential prepared in the reticle stage was impressed, and the needlelike member which impresses a predetermined electrical potential difference to said conductive film.

[0015] Moreover, in the aligner concerning this invention, it is the safety catch device attached in said reticle stage, and when a reticle is fixed downward according to said electrostatic chuck device in this reticle stage, it is desirable to include further the device in which fall of this reticle is prevented.

[0016] Moreover, in the aligner concerning this invention, said conductive film can also have the sign and thickness of the stress controlled to offset the internal stress which said multilayers have. Even if this uses the multilayers which have internal stress, distortion of a reticle can be controlled.

[0017] Moreover, in the aligner concerning this invention, said conductive film can also have

the sign and thickness of the stress controlled to offset the sum of the internal stress which said multilayers have, and the average internal stress which said patterning layer has. Even if this uses the multilayers which have internal stress, and an absorption layer, distortion of a reticle can be controlled.

[0018] By the exposure approach concerning this invention fixing a reticle to a stage using an electrostatic chuck device, leading EUV light to this reticle according to an illumination system, and leading the EUV light from a reticle to a photosensitive substrate according to projection optics It is the exposure approach which imprints the pattern of a reticle to a photosensitive substrate. Said reticle It is characterized by providing a glass substrate, the multilayers for reflecting EUV light formed in the top face of this glass substrate, the patterning layer which was formed on these multilayers and which has an exposure pattern, and the conductive film formed in the inferior surface of tongue of a glass substrate.

[0019] Moreover, it becomes possible to fix a reticle to a stage by the electrostatic chuck by having the electrode holder with which said electrostatic chuck device was prepared in said stage in the exposure approach concerning this invention, and the needlelike member which impresses a predetermined electrical potential difference, contacting said conductive film in said electrode holder, supplying touch-down potential, contacting said needlelike member on said conductive film, and impressing a predetermined electrical potential difference to it.

[0020] Moreover, in the exposure approach concerning this invention, said conductive film can also have the sign and thickness of the stress controlled to offset the internal stress which said multilayers have. Even if this uses the multilayers which have internal stress, distortion of a reticle can be controlled.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 is the sectional view showing the reticle by the gestalt of operation of this invention. This reticle 2 is used for an EUV aligner.

[0022] As shown in drawing 1, the multilayers ML for EUV light reflexes are formed in the top face of the low-thermal-expansion-glass substrate 20, and the patterning layer (for example, absorption layer AL) is formed on these multilayers ML. Patterning of this absorption layer AL is carried out, and the circuit pattern is drawn by the existence of the absorption layer AL. The conductive film (electric conduction film) CL is formed in the inferior surface of tongue (a top face is, the field, i.e., the chuck side, of the opposite side) of the low-thermal-expansion-glass substrate 20. It becomes possible [ an electrostatic chuck ] also for the reticle 2 using a low-thermal-expansion-glass substrate with this electric conduction film CL. Multilayers ML, the absorption layer AL, and the electric conduction film CL are formed by sputtering.

[0023] The selection range of the concrete ingredient used for the electric conduction film CL is wide here, and it is possible to use a general metal, for example, Cr, nickel, and Ta, other metals, an alloy, a semi-conductor, etc.

[0024] Although it changes as an example of the multilayers ML for EUV light reflexes with wavelength of the EUV light to be used, if it is the wavelength near 13nm to 14nm, for example, it is desirable to use by turns 40 thru/or the multilayers which carried out 50 pair laminating with the period of the abbreviation one half of wavelength for Mo (molybdenum) and Si (silicon). If such multilayers are used, the perpendicular reflection factor around 70% will be obtained.

[0025] Even if it forms Multilayers ML by sputtering in ordinary temperature, it is known by the multilayers ML that the compressive stress of hundreds MPa(s) (megger pascal) will arise as a result. Then, in order to control deformation of the low-thermal-expansion-glass substrate 20, it considers as the film equipped with the sign and thickness of the stress controlled to offset the compressive stress in which Multilayers ML have the electric conduction film CL formed in the inferior surface of tongue of the low-thermal-expansion-glass substrate 20.

[0026] That is, let the electric conduction film CL be the film which has said compressive stress and the same compressive stress. Here, there are compressive stress and a tensile stress in internal stress, and internal stress is expressed with the force per membranous unit thickness. For example, if the electric conduction film which has the same stress of hundreds MPa(s) as Mo/Si multilayers is formed in the inferior surface of tongue of a low-thermal-expansion-glass substrate, thickness of the electric conduction film will be made the same as Mo/Si multilayers. Thereby, since the internal stress of the top face and inferior surface of tongue of a low-thermal-expansion-glass substrate balances, deformation of the low-thermal-expansion-glass substrate 20 can be controlled. Moreover, if the electric conduction film which has internal stress twice the internal stress of Mo/Si multilayers is formed in the inferior surface of tongue of a low-thermal-expansion-glass substrate as other examples, thickness of the electric conduction film will be made into the one half of multilayers. Thereby, deformation of the low-thermal-expansion-glass substrate 20 can be controlled.

[0027] In the case of the absorption layer AL formed by carrying out patterning, the internal stress which the absorption layer AL has is opened wide partially, but since stress distribution may occur in a substrate, as for the internal stress of the absorption layer AL, it is desirable to bring close to zero as much as possible. When internal stress still does not become zero, the average internal stress after patterning is calculated beforehand, and the sign and thickness of stress of the electric conduction film CL are controlled to cancel the stress which doubled the average internal stress and internal stress which Multilayers ML have by the electric conduction film CL.

[0028] That is, what is necessary is to double the magnitude of internal stress, and the sign (that is, is it compressive stress and is a tensile stress?) of stress, and just to control the thickness of the electric conduction film CL, in order to cancel the combined stress of the absorption layer AL formed in the top face of the low-thermal-expansion-glass substrate 20, and Multilayers ML by the electric conduction film CL formed in the inferior surface of tongue of the low-thermal-expansion-glass substrate 20.

[0029] Here, as a concrete method of controlling the magnitude of stress, and the sign of stress, selection of the quality of the material of the electric conduction film, the membrane formation approach of the electric conduction film, adjustment of membrane formation conditions, etc. are mentioned. Since the magnitude of internal stress and the sign of stress change with the quality of the materials, the electric conduction film can realize the magnitude of various internal stress, and the sign of stress by choosing the quality of the material of the electric conduction film. Moreover, since internal stress changes with the membrane formation approach and membrane formation conditions, the electric conduction film can realize the magnitude of various internal stress, and the sign of stress by adjusting the membrane formation approach and membrane formation conditions. As the membrane formation approach, sputtering, EB vacuum evaporation, etc. are mentioned, for example. In addition, although the thickness of multilayers or an absorption layer is unchangeable with a not much big degree of freedom in order to satisfy the optical engine performance to EUV light, the degree of freedom of the thickness of the electric conduction film is large.

[0030] The coefficient of linear expansion of the low-thermal-expansion-glass substrate 20 is very small, for example, it is desirable that they are below  $10 \times 10^{-9}/K$ . When the temperature of a reticle 2 rises by 1K, expansion of a reticle will be 1nm at the edge and edge of the 100mm field, and if a reticle pattern is imprinted by the wafer (photosensitive substrate) by 4:1, it will be 0.25nm on a wafer. it comes out to this extent, and if it is, of course, 70nm node and 50nm node will not come to worsen an overlay error in 30nm node. Incidentally, if the overlay called for by each node is 30nm node in one third of line breadth, it will be set to 10nm. The rate of the above-mentioned 0.25nm of occupying is so small that it can be disregarded among 10nm.

[0031] If the coefficient of linear expansion of the low-thermal-expansion-glass substrate 20

becomes below  $10 \times 10^{-9}/K$ , even if the temperature of a reticle 2 will rise by 10 degrees C, expansion of a reticle is 10nm at the edge and edge of the 100mm field, and if a reticle pattern is imprinted by the wafer by 4:1, it will become only 2.5nm elongation on a wafer. Since it is  $\approx 1.25nm$ , it is not the figure never allowed 30nm node. On the contrary, if it turns out that temperature goes up only by 1 degree C, it may be allowed even if coefficient of linear expansion is  $100 \times 10^{-9}/K$ . It depends on the effectiveness [ how many times the temperature of a reticle rises ] of the EUV luminous energy supplied to a reticle, and a cooler style. Since it is among a vacuum, as an approach of cooling a reticle, when based on conduction of heat, the approach of cooling a reticle from a rear face is mentioned, and when based on radiation of heat, the approach of arranging \*\*\*\* is mentioned to the front face of a reticle, and the location which counters.

[0032] Moreover, in the above-mentioned reticle 2, it may be put into the etching stop layer for suspending the buffer layer aiming at the protection at the time of pattern correction, and etching between Multilayers ML and the absorption layer AL. In this case, it is desirable to take into consideration the internal stress of a buffer layer or an etching stop layer together with it of multilayers. In case a buffer layer and an etching stop layer carry out patterning of the absorption layer, after etching and removing an absorption layer, it is removed similarly and the part in which the absorption layer remained remains as it is too.

[0033] Drawing 2 is the block diagram showing the outline of an EUV aligner in which the reticle shown in drawing 1 can be used. Drawing 3 is the configuration sectional view which expanded the reticle and reticle stage which are shown in drawing 2.

[0034] The EUV aligner is equipped with the illumination system IL including the light source as shown in drawing 2. The EUV light (generally the wavelength of 5-20nm is used, and the wavelength of 13nm or 11nm is specifically used) emitted from the illumination system IL is irradiated by the clinch mirror 1 at a reticle 2. The reticle 2 is held in the reticle stage 3. A reticle stage 3 has the stroke of 100mm or more in a scanning direction (Y-axis), has a minute stroke in the direction (X-axis) which intersects perpendicularly with the scanning direction within a reticle side, and has a minute stroke also in the direction of an optical axis (Z-axis). The monitor of the location of the XY direction is carried out with high precision by the laser interferometer which is not illustrated, and the monitor of the Z direction is carried out by the reticle focus sensor which consists of a reticle focus light transmission system 4 and a reticle focus light-receiving system 5.

[0035] The EUV light reflected by the reticle 2 includes the information on the circuit pattern drawn on the reticle. The multilayers (for example, Mo/Si and Mo/Be) which reflect EUV light are formed in the reticle 2, and patterning is carried out by the existence of an absorption layer (for example, nickel and aluminum) on these multilayers. In a lens-barrel 14, incidence is carried out, and it is reflected by the first mirror 6, it is reflected with the second mirror 7, the third mirror 8, and the fourth mirror 9 one by one, and, finally incidence of the EUV light is perpendicularly carried out to a wafer 10. The contraction scale factors of a projection system are one fourth and 1/5. Although there are, the mirror is effective in this drawing, if a mirror is made into six sheets or eight sheets, in order to enlarge N.A. more. [ four ] The off axis microscope is arranged near the lens-barrel 14.

[0036] The wafer 10 is carried on the wafer stage 11. The wafer stage 11 can move freely in the inside of the field which intersects perpendicularly with an optical axis (XY flat surface), and a stroke is 300-400mm. The upper and lower sides of a minute stroke are possible also in the direction of an optical axis (Z-axis), and the monitor of the location of a Z direction is carried out by the wafer focus sensor which consisted of a wafer automatic focus light transmission system 12 and a wafer automatic focus light-receiving system 13. The monitor of the location of the XY direction is carried out with high precision by the laser interferometer which is not illustrated. In exposure actuation, a reticle stage 3 and the wafer stage 11 carry out a synchronous scan by the same velocity ratio as the contraction scale

factor of a projection system, 4:1 [ i.e., ], and 5:1.

[0037] Next, the concrete approach which carries out the electrostatic chuck of the reticle 2 to a reticle stage 2 is explained. As shown in drawing 3 , the electrode holder 21 is arranged under the reticle stage 3, and touch-down potential (GND) is supplied to this electrode holder 21.

[0038] Needles 22a and 22b are arranged on the outside of the electrode holder 21 in the inferior surface of tongue of a reticle stage 3. The end face of Needles 22a and 22b is attached in the reticle stage 3 through the spring which is not illustrated. The safety catch member 23 which prevents fall of a reticle 2 is attached in the outside of the needle in the inferior surface of tongue of a reticle stage 3. The safety catch member 23 has the role which catches this reticle 2, in case the cross section tends to consist of a L character configuration and a reticle 2 tends to fall.

[0039] When carrying out the electrostatic chuck of the reticle 2 to the reticle stage 3 which was mentioned above, while contacting the electric conduction film (CL shown in drawing 1 ) of a reticle 2 in an electrode holder 21, the tip of Needles 22a and 22b is first contacted on this electric conduction film. Next, while impressing touch-down potential to an electrode holder 21, a predetermined electrical potential difference is impressed to Needles 22a and 22b. Under the present circumstances, the force of a spring is committing the needle in the direction which does not separate from the electric conduction film. Thus, a reticle 2 is fixed to a reticle stage 2 by the electrostatic chuck.

[0040] According to the gestalt of the above-mentioned implementation, even if it uses as a substrate the low thermal expansion glass which is non-conductive material in a reticle 2, a reticle 2 is fixable to a reticle stage 3 with an electrostatic chuck by forming the electric conduction film CL in the inferior surface of tongue of the low-thermal-expansion-glass substrate 20.

[0041] Moreover, it is considering as the film equipped with the sign and thickness of the stress controlled by the gestalt of the above-mentioned implementation to offset the compressive stress in which Multilayers ML have the electric conduction film CL formed in the inferior surface of tongue of the low-thermal-expansion-glass substrate 20 as mentioned above. For this reason, even if it uses the multilayers which have internal stress, distortion of a reticle can be controlled. Thereby, it can prevent that exposure area separates from DOF (depth of focus) of projection optics. Moreover, generating of the pattern location shift on a wafer is controlled, and an overlay error can be prevented. Furthermore, generating of the distortion of the direction which intersects perpendicularly with a reticle side (OPD; out plane distortion), and distortion (IDP; the Inn plane, distortion) which serves as a strike slip within a reticle side, and appears is controlled, and an overlay error can be prevented.

[0042] In addition, it is possible to change variously and to carry out within limits which this invention is not limited to the gestalt of the above-mentioned implementation, but deviate from the main point of this invention.

[0043]

[Effect of the Invention] As explained above, even if it uses glass for a substrate by forming the conductive film in the inferior surface of tongue of a glass substrate according to this invention, the reticle which can perform an electrostatic chuck, the aligner using it, and the exposure approach can be offered.

[0044] Moreover, according to this invention, said conductive film is equipped with the sign and thickness of stress which were controlled to offset the internal stress which multilayers have. Therefore, even if it uses the multilayers which have internal stress, the reticle which can control distortion, the aligner using it, and the exposure approach can be offered.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**